

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 32 29 969 A 1

⑥ Int. Cl. 3:
C 23 C 15/00

⑳ Aktenzeichen:
㉔ Anmeldetag:
㉕ Offenlegungstag:

P 32 29 969.9
12. 8. 82
21. 4. 83

㉓ Unionspriorität: ㉔ ㉕ ㉖
02.10.81 DD WPC23C/233817

㉗ Anmelder:
VEB Zentrum für Forschung und Technologie
Mikroelektronik, DDR 8080 Dresden, DD

㉘ Erfinder:

Erbkamm, Wolfgang, Dipl.-Ing., DDR-8017 Dresden, DD;
Hartung, Johannes, Dipl.-Phys., DDR-8051 Dresden, DD;
Spreitz, Volkmar, Dipl.-Ing., DDR-8020 Dresden, DD;
Goedicke, Klaus, Dipl.-Phys., DDR-8019 Dresden, DD;
Heisig, Ullrich, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., DDR-8052 Dresden,
DD; Kühn, Gerhard, Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Schiller, Siegfried,
Prof.Dipl.-Phys.Dr.rer., nat., DDR-8051 Dresden, DD

Behördenvermerk

㉙ Einrichtung zum Hochratezerstäuben nach dem Plasmatronprinzip

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Hochratezerstäuben nach dem Plasmatronprinzip zur Abscheidung von Schichten auf allen Gebieten der Technik. Das Ziel ist die Senkung des Aufwandes für die Targets und der Beschichtungskosten. Die Aufgabe besteht darin, den Ausnutzungsradius des Targets und die Beschichtungsrate sowie die Targetstandzeit zu erhöhen. Erfindungsgemäß ist in einem rohrförmigen Target eine magnetfelderzeugende Einrichtung angeordnet mit einem in sich geschlossenen Ringspalt. Die Anode umgibt das Target bis auf den Ringspaltbereich und ist im Abstand vom Target verstellbar. Mittels Antrieb wird zwischen dem Target und der magnetfelderzeugenden Einrichtung eine Relativbewegung erzeugt. Der Abstand zwischen dem Target und der magnetfelderzeugenden Einrichtung wird nachgestellt. (32 29 969)

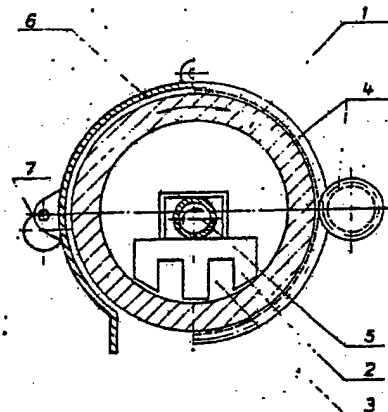


Fig. 1

DE 32 29 969 A 1

DE 32 29 969 A 1

12-18-62

3229969

- 7 -

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Hochradezerstäuben nach dem Plasmatronprinzip, bestehend aus einer magnetfelderzeugenden Einrichtung mit Ringspalt, einem gekühlten Target und einer Anode, dadurch gekennzeichnet, daß das Target (1) rohrförmig ist, die magnetfelderzeugende Einrichtung (2) einen in sich geschlossenen, langgestreckten Ringspalt (3) besitzt und in dem Target (1) so angeordnet ist, daß ihre große Achse parallel zur Targetachse verläuft, daß eine Anode (6) das Target (1) so umgibt, daß der Ringspaltbereich frei ist und mittels einer Verstelleinrichtung (7) der Abstand zwischen der Anode (6) und der Targetoberfläche auf einen festen Wert einstellbar ist, daß zum Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem Target (1) und der magnetfelderzeugenden Einrichtung (2) ein Antrieb (4) angeordnet ist, und daß an der magnetfelderzeugenden Einrichtung (2) eine Vorrichtung zur Veränderung des Abstandes zwischen dieser und dem Target (1) angeordnet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetfelderzeugende Einrichtung (2) in mehrere Einrichtungen unterteilt ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringspalt (3) im gekrümmten Bereich breiter ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Targets (1) mindestens dreimal so groß wie die mittlere Ringspalbreite ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Target (1) ein Eintrittsrohr (8) und Austrittsrohr (10) und im Target (1) Strömungsleitbleche (9) für das Kühlwasser angeordnet sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Einrichtung zum Hochratezerstäuben nach dem Plasmatronprinzip

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Hochratezerstäuben nach dem Plasmatronprinzip. Solche Einrichtungen dienen als Teilchenquelle für Vakuumbeschichtungsanlagen zur Abscheidung von Schichten, die auf den verschiedensten Gebieten der Technik, insbesondere der Elektronik, Optik und Werkstoffveredelung, angewendet werden.

Von den Plasmatronquellen unterschiedlicher Bauart haben sich vor allem solche mit ebenen Targets aus dem zu zerstäubenden Material und mit langgestrecktem Ringspalt für die Beschichtung großer Substratflächen durchgesetzt. Im technischen Einsatz solcher Quellen wirkt sich der begrenzte, relativ niedrige Ausnutzungsgrad des Targetmaterials, der meist um oder unter 30 % liegt, nachteilig aus. Daraus resultiert eine zu geringe Standzeit der Quellen infolge dem notwendigen Targetwechsels und damit eine Unterbrechung der Vakuumbeschichtung. Die Kosten für das Targetmaterial und die Konfektionierung des Targets bis zur notwendigen geometrischen Form und Montage stellen einen erheblichen Teil der Beschichtungskosten dar. Deshalb wurden verschiedene Wege zur Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Targets vorgeschlagen, wie z. B. die Anordnung von Hilfsmagneten (DE-OS 30 04 546). Alle Lösungen führen allgemein zu einem wesentlich komplizierteren Aufbau der Plasmatronquellen ohne eine wesentliche Verbesserung des Ausnutzungsgrades des Targetmaterials.

Neben diesen Quellen mit ebenen Targets (Planar-Plasmatron-Quellen) wurden auch sogenannte Torus-Plasmatron-Quellen vorgeschlagen, die sich durch einen hohen Ausnutzungsgrad des Targetmaterials auszeichnen (DD-PS 123 952). Diese sind aber nur für die allseitige Beschichtung in zylindrischen konzentrischen Beschichtungsanordnungen geeignet. Für die einseitige Beschichtung ebener Substratanordnungen ist ihr Einsatz unzweckmäßig und ebenfalls mit einem niedrigen Ausnutzungsgrad des Targetmaterials verbunden.

Ein weiterer Mangel der bekannten Plasmatron-Quellen mit ebenem Target besteht darin, daß die Leistungsdichte und damit die Beschichtungsrate durch die physikalisch-technischen Grenzen der Targetkühlung eingeschränkt ist.

Die Erfindung hat das Ziel, Mängel des Standes der Technik zu überwinden, den Aufwand für die Targetherstellung beim Hochratezerstäuben zu senken und die Beschichtungskosten zu verringern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Hochratezerstäuben nach dem Plasmatronprinzip mit langgestrecktem Ringspalt zu schaffen, welche sich durch einen hohen Ausnutzungsgrad für das Targetmaterial, eine lange Targetstandzeit und die Möglichkeit zur Erreichung einer hohen Beschichtungsrate auszeichnet und für die Beschichtung ebener Substratanordnungen geeignet ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer Einrichtung, bestehend aus einer magnetfelderzeugenden Einrichtung mit Ringspalt, einer Anode und einem gekühlten Target aus dem zu zerstäubenden Material, dadurch gelöst, daß das Target die Form eines Rohres hat, in dessen Innerem sich eine oder mehrere magnetfelderzeugende Einrichtungen mit in sich geschlossenen, langgestreckten Ringspalten,

deren Feldlinien durch das Rohr greifen, derart befinden, daß ihre große Achse parallel zur Rohrachse liegt. Der Durchmesser des Rohres beträgt zweckmäßigerweise mehr als das Dreifache der mittleren Ringspaltenbreite, die durch den Abstand der Pol-schuhe der magnetfelderzeugenden Einrichtung gegeben ist. Die Einrichtung enthält einen Antrieb zur Erzeugung einer Relativbewegung des Rohres gegenüber der beziehungsweise den magnetfelderzeugenden Einrichtungen, vorzugsweise einer gleichförmigen Rotation um die Rohrachse. Weiterhin enthält die Einrichtung eine Vorrichtung (Exzenter) zur Veränderung des Abstandes zwischen der Innenwand des Rohres und der magnetfelderzeugenden Einrichtung. Die Anode umgibt das Rohr allseitig, mit Ausnahme des Ringspaltbereiches, in dem das Abstäuben des Targetmaterials erfolgt. Ihr Abstand zur wirksamen Targetoberfläche kann durch eine Verstelleinrichtung diskontinuierlich oder kontinuierlich auf einen festen Wert von z. B. 4 mm eingestellt werden.

Wird beim Betrieb der erfindungsgemäßen Einrichtung in einer Zerstäubungseinrichtung an das rohrförmige Target eine negative Spannung gelegt, so bildet sich auf der Oberfläche des Rohres im Bereich der magnetfelderzeugenden Einrichtung eine Plasmatron-Gasentladung aus. Der Bereich hoher Plasmadichte entspricht der geometrischen Form des Ringspaltes. Bei gleichförmiger Rotation des Rohres führt diese Gasentladung zu einer Zerstäubung der gesamten Mantelfläche des Rohres und damit zu einem gleichmäßigen Abtrag des Materials.

Bedingt durch die geometrische Form des Ringspaltes ergäbe sich bei konstanter Breite im gekrümmten Teil des Ringspaltes ein im Vergleich zum nicht gekrümmten Teil höherer Abtrag an Targetmaterial, der dazu führen würde, daß die Standzeit wie auch der Ausnutzungsgrad des Targets durch die technisch notwendige Restdicke des Targets an der Stelle maximalen Abtrags begrenzt würden. Es ist daher vorteilhaft, den Ringspalt im gekrümmten Bereich bei konstanter magnetischer Feldstärke zu verbreitern.

12 08 82

- 4-5 -

3229969

Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung wird eine extrem hohe Materialausnutzung erreicht (ca. 80 %). Die Targetstandzeit wird wesentlich erhöht. Die Kosten für die Targetkonfektionierung sind gering, da ein rohrförmiges Halbzeug mit geringem Bearbeitungsaufwand verwendet wird. Der gleichmäßige Abtrag der Targetoberfläche und die durch die Einrichtung gegebene Möglichkeit zur Veränderung des Abstandes zwischen dem Rohr und der Magnetfelderzeugenden Einrichtung wirken sich derart aus, daß im gesamten Verlauf des Zerstäubens des Targets die Plasmafokussierung konstant ist und damit die Betriebsparameter des Plasmatrons wie Brennspannung und Entladungsstrom konstant bleiben. Durch die Vorrichtung zur Einstellung des Abstandes zwischen Anode und wirksamer Targetoberfläche wird der überschlagsfreie Betrieb unabhängig vom Erosionszustand des Targets erreicht.

Durch die Einrichtung, insbesondere bei gleichförmiger Rotation des Targets, wird im Zeitmittel die Leistungsdichte auf dem Target bei gegebener Gesamtleistung um mehr als eine Größenordnung reduziert. Dadurch kann die Gesamtleistung und damit die Beschichtungsrate gegenüber Quellen entsprechend dem bisherigen Stand der Technik um diesen Faktor erhöht werden. Die Richtcharakteristik ist, bedingt durch die Krümmung der Targetoberfläche, besonders der gleichmäßigen Beschichtung ebener Substratanordnungen angepaßt.

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: einen Querschnitt durch die Einrichtung.

Fig. 2: einen Längsschnitt der Einrichtung.

Die Einrichtung zum Hochratezerstäuben nach dem Plasmatronprinzip mit langgestrecktem Ringspalt besitzt ein rohrförmiges Target 1 aus dem zu zerstäubenden Material (Aluminium). Im Inneren dieses Target 1 befindet sich die magnetfelderzeugende Einrichtung 2 mit einem langgestreckten, in sich geschlossenen Ringspalt 3. Die magnetfelderzeugende Einrichtung 2 kann sowohl ein Permanentmagnet als auch ein Elektromagnet sein. Die große Achse (Längsachse) des Ringspaltes 3 liegt dabei parallel zur Rohrachse. Der äußere Rohrdurchmesser des Targets 1 beträgt mehr als das Dreifache der mittleren Ringspaltbreite (im Beispiel das Sechsfache). Die mittlere Ringspaltbreite ist dabei das arithmetische Mittel aus der Ringspaltbreite im gekrümmten Bereich und im geraden Bereich.

Das Target 1 rotiert ständig, an seinem Umfang angetrieben, wobei die magnetfelderzeugende Einrichtung 2 mit der Achse verbunden fest steht. Ein Antrieb 4, bestehend aus einem Zahnrad und einem Antriebsritzel außerhalb des Vakuums, sowie ein Antriebsmotor erzeugen die gleichförmige Rotationsbewegung des Targets 1 um die Achse, vorzugsweise eine Umdrehung je Minute. Zum konstanten Betrieb der Einrichtung muß der Abstand der Targetaußenfläche und der magnetfelderzeugenden Einrichtung 2 konstant gehalten werden. Die äußere Fläche des Targets 1 wird jedoch ständig abgetragen, wodurch sich der Abstand vergrößert. Eine Exzentervorrichtung 5, die von außen in Anpassung an die Abtragung nachstellbar ist, sorgt dafür, daß durch Verschieben der Achse der Abstand konstant bleibt. Eine Anode 6 umgibt das Target 1 allseitig, mit Ausnahme des Bereiches in der Nähe des Ringspaltes 3, durch den sich die abgestäubten Teilchen in Richtung auf das unter der Einrichtung im entsprechenden Abstand angeordnete Substrat (nicht gezeichnet) bewegen. Der Abstand zwischen der Anode 6 und der Targetoberfläche muß ebenfalls annähernd konstant bleiben. Dazu dient eine Verstellereinrichtung 7, die zweckmäßig als Exzenter ausgeführt ist. Zum Nachstellen dieses Abstandes ist die Anode 6

1248 80

- 6 - 7.

3229969

mechanisch oben geteilt, und beide Teile besitzen dort ihren Drehpunkt. Der Exzenter verstellt somit seitlich den Abstand, der zweckmäßig 4 mm sein soll. (In Fig. 1 ist nur eine Hälfte der Anode dargestellt.)

Die Zerstäubungseinrichtung ist einseitig vakuumdicht in einer Arbeitskammer der gesamten Zerstäubungsanlage angeordnet.

Das Plasmatron ist mit einem Kühlsystem für Wasserkühlung ausgerüstet. Die feststehende Achse des Targets 1 ist hohl ausgeführt und besitzt ein Eintrittsrohr 8 für das Kühlwasser. Im Target 1 sind Strömungsleitbleche 9 angeordnet, um die Strömung des Kühlwassers an dessen Innenwandung zu intensivieren. Um die Achse ist mit Abstand eine feststehende Buchse angeordnet, in welcher ein Austrittsrohr 10 zur Ableitung des Kühlwassers angeordnet ist. Auf der Buchse rotiert das Target 1. Mit dieser Anordnung ist eine örtliche Leistungsdichte von 200 W cm^{-2} und eine momentane Beschichtungsrate von $10 \text{ } \mu\text{m mm}^{-1}$ bei Aluminium realisierbar.

10.08.82

3229969

2

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- 1 Target
- 2 magnetfelderzeugende Einrichtung
- 3 Ringspalt
- 4 Antrieb
- 5 Exzentervorrichtung
- 6 Anode
- 7 Verstelleinrichtung
- 8 Eintrittsrohr
- 9 Strömungsleitblech
- 10 Austrittsrohr

9.
Leerseite

12088

- 11 -

Nummer:
Int. Cl. 3:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3229969
C23C 15/00
12. August 1982
21. April 1983

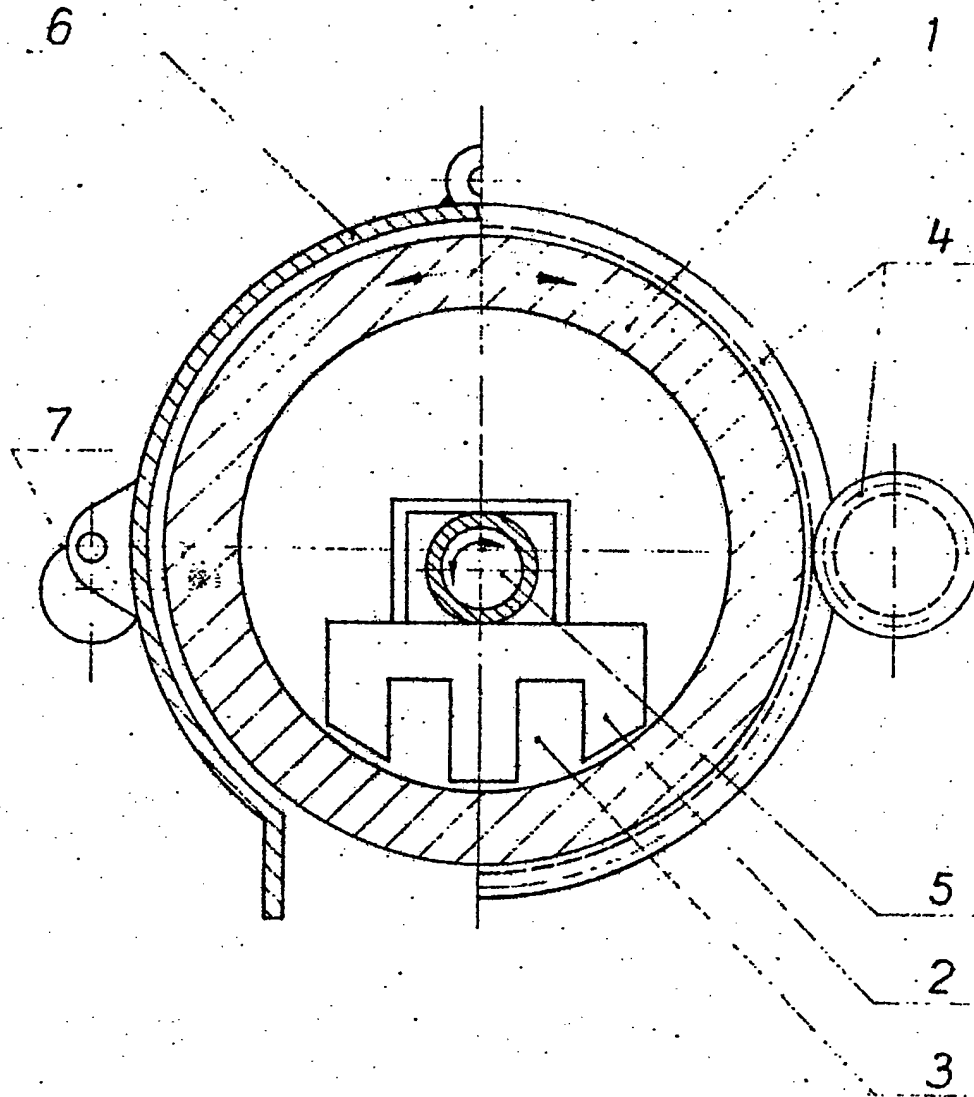


Fig. 1

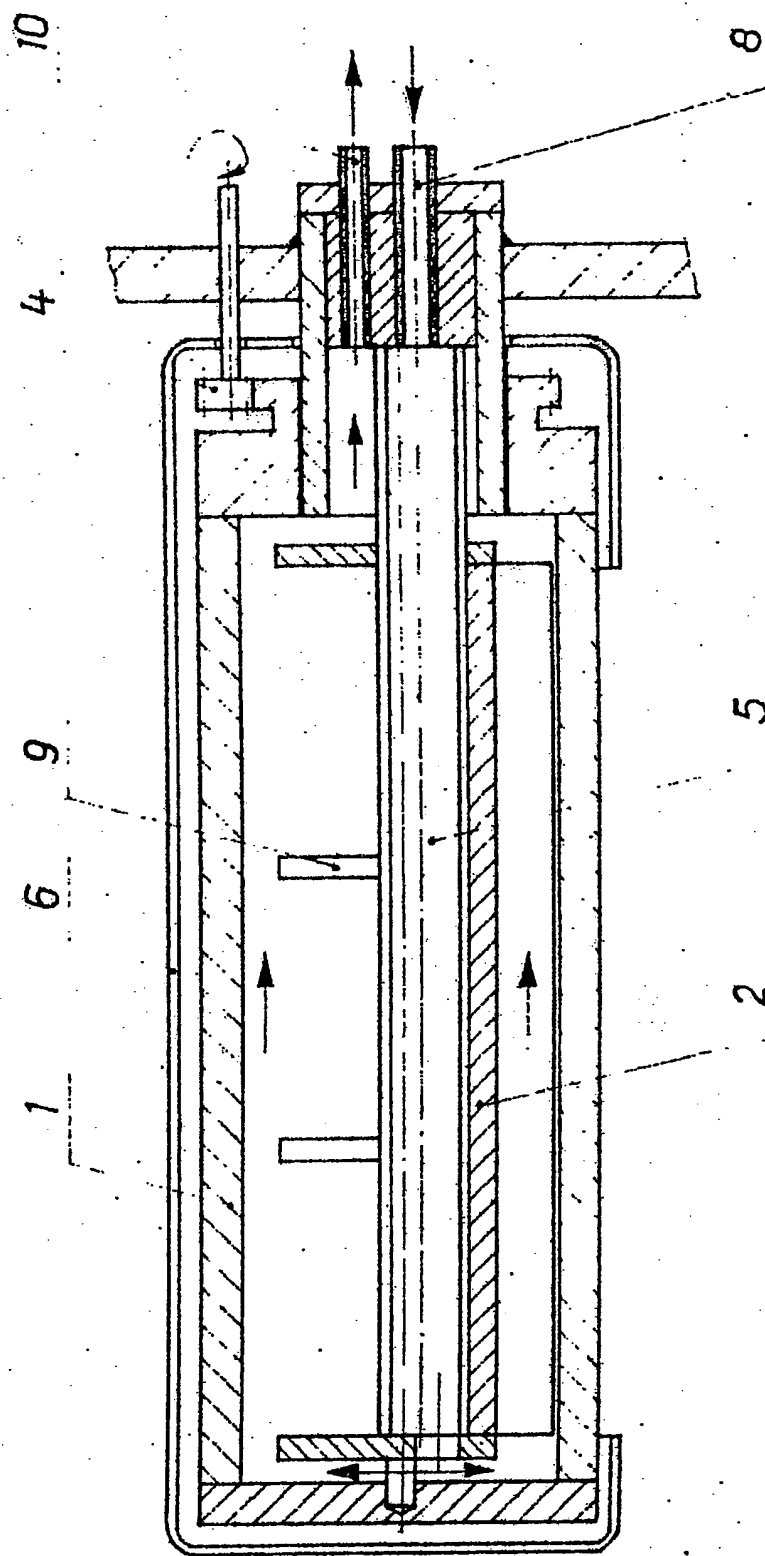


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)